



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 196 24 176 C 2

⑤① Int. Cl.⁶:
B 01 D 39/20

⑦① Aktenzeichen: 196 24 176.6-27
⑦② Anmeldetag: 18. 6. 96
④③ Offenlegungstag: 8. 1. 98
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 7. 5. 98

DE 196 24 176 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Koppe, Franz, 92676 Eschenbach, DE

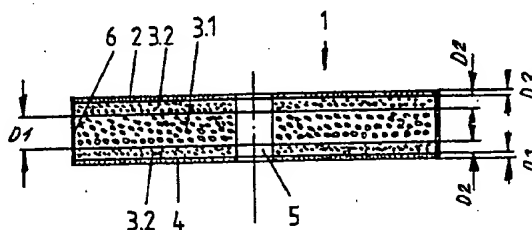
⑦② Erfinder:
gleich Patentinhaber

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 34 41 622 C2
DE 43 30 163 A1
US 50 98 571

⑤④ Filterplatte

⑤⑦ Filterplatte aus wenigstens drei zu einem Laminat (1) vereinten Keramikschichten (2, 3, 4), die zu einem homogenen Block versintert sind, wobei die zentral angeordnete Mittelschicht (3) als Drainageschicht und die außenliegenden Deckschichten (2, 4) als Filterschichten ausgebildet sind, wobei die die Mittelschicht (3) bildende Keramikschicht sich von den die Deckschichten (2, 4) bildenden Keramikschichten des Laminats (1) durch eine gröbere Porenstruktur unterscheidet, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelschicht (3) eine von den Deckschichten (2, 4) in Richtung der Mittelschicht (3) zunehmend gröbere Porenstruktur hat.



DE 196 24 176 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Filterplatte aus wenigstens drei zu einem Laminat vereinten Keramikschichten, die zu einem homogenen Block versintert sind, wobei die zentral angeordnete Mittelschicht als Drainageschicht und die außenliegenden Deckschichten als Filterschichten ausgebildet sind, wobei die die Mittelschicht bildende Keramikschicht sich von den die Deckschichten bildenden Keramikschichten des Laminats durch eine gröbere Porenstruktur unterscheidet.

Eine solche Filterplatte ist aus der DE 30 50 985 712 bekannt. Die Porenstruktur der Mittelschicht ist dabei in allen Teilbereichen übereinstimmend strukturiert. Dadurch muß ein Kompromiß hinsichtlich der Drainierung der Deckschichten und deren Abstützung geschlossen werden insofern, als eine gleichmäßige und gute Abstützung der Deckschichten nur mit einer feinen Porenstruktur der Kernschicht erzielt werden kann, was als zwangsläufige Folge eine schlechte Drainierung der Deckschichten bedingt.

Aus der DE 30 163 31 A1 ist eine Filterplatte mit einem zentralen Hohlraum bekannt, bei der die Laminatbildung unter Verwendung von Grünfolien erfolgt, die durch einen Stanzprozeß unter Verwendung schneidender Werkzeuge gewonnen werden. Bedingt durch die große Härte der die Grünfolie bildenden Partikel, es handelt sich zumeist um Aluminiumoxid, ist der Verschleiß der dabei zur Anwendung gelangenden Werkzeuge äußerst hoch. Auch ist die Abstützung der Deckschichten durch die Mittelschicht unzureichend ausgeglichen, was bei höheren Differenzdrücken während des Filtrationsprozesses dazu führen kann, daß sich in den Deckschichten Risse ergeben. In zahlreichen Anwendungen ist das nicht tolerierbar. Die Filterplatten können daher häufig nur mit geringeren Differenzdrücken betrieben werden, was eine Beeinträchtigung der Filterleistung bedingt. Außerdem ist die zentrische Zuordnung der mit Ausstanzungen versehenen Mittelschicht zu einer gegebenenfalls zentral angeordneten Abflußöffnung schwierig zu gewährleisten. Bei verwendungsbedingten, hohen Rotationsgeschwindigkeiten der Filterplatte können dadurch schwierig zu beherrschende Unwüchterscheinungen resultieren. Die große Schrumpfung während des Sinterprozesses macht es außerdem sehr schwierig, die Maßhaltigkeit des fertigen Produkts zu kontrollieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine einfach erzeugbare Filterplatte der eingangs genannten Art zu zeigen, bei der die Deckschichten besser drainiert und gleichmäßiger abgestützt sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Filterplatte der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Auf vorteilhafte Ausgestaltungen nehmen die Unteransprüche Bezug.

Bei der erfindungsgemäßen Filterplatte ist es vorgesehen, daß die Mittelschicht eine von den Deckschichten in Richtung ihrer Mitte zunehmend gröbere Porenstruktur hat. Hierdurch wird sowohl eine bessere Abstützung der Deckschichten als auch eine bessere Drainierung erreicht, was in Hinblick auf eine Optimierung der Filterleistung von großem Vorteil ist.

Die die Mittelschicht bildende Keramikschicht unterscheidet sich von den die Deckschichten bildenden Keramikschichten des Laminats dennoch durch eine gröbere Porenstruktur. Die Mittelschicht wirkt dadurch drainierend, ohne daß es der Anbringung von Drainageöffnungen mittels schneidender Werkzeuge bedarf. Trotz der sich dadurch ergebenden, vereinfachten Herstellbarkeit der Filterplatte wird eine sehr gleichmäßige Abstützung der Deckschichten und eine bessere Maßhaltigkeit erreicht.

Das Laminat kann durch unabhängig voneinander erzeugte und vor der Versinterung zusammenlamierte, kontinuierliche Grünfolien gebildet sein. Die Abstützung der Deckschichten durch die Kernschicht ist dementsprechend in allen Teilbereichen ausgeglichen.

Die Zusammensetzung und Struktur der einzelnen Grünfolien kann an die sich während der bestimmungsgemäßen Verwendung ergebenden Erfordernisse sehr leicht angepaßt und gegebenenfalls optimiert werden. Die gebrauchsfertige Filterplatte bildet dennoch einen homogenen Werkstoffblock, der sich durch eine große Widerstandsfähigkeit in mechanischer, chemischer und thermischer Hinsicht auszeichnet.

Das gleiche Ziel läßt sich mit verminderten Kosten erreichen, wenn die Mittelschicht mehrere Teilschichten enthält, die eine von den Deckschichten in Richtung der Mitte zunehmend gröbere Porenstruktur haben, d. h. eine von der Mitte in Richtung der Deckschichten abgestuft feinere Porenstruktur. Zumeist reicht es aus, wenn die Mittelschicht aus drei Teilschichten besteht. Unter Verwendung einer Mittelschicht aus maximal 5 Teilschichten werden optimale Ergebnisse erzielt.

Die Mittelschicht soll zumindest für Anwendungen im Bereich der Umkehrosmose im mittleren Bereich einen Porendurchmesser von wenigstens 0,1 µm und höchstens 2,0 µm haben, vorzugsweise von wenigstens 0,06 µm und höchstens 1,0 µm, um eine ausreichende Drainierung bei ausgeglichener Abstützung der Deckschichten zu gewährleisten. Es wurde gefunden, daß sich bei Einhaltung dieses Bereichs unerwünschte Ablagerungen im Inneren der Porenstruktur der Mittelschicht weitgehend vermeiden lassen.

Die Deckschichten ihrerseits sollen für eine Anwendung auf dem Gebiet der Umkehrosmose zumindest im Bereich ihrer Anströmfläche einen Porendurchmesser von maximal 0,1 nm haben. Sie eignet sich dadurch besonders gut selbst für qualitativ hochwertige Filtrationsprozesse sowie für die Abstützung von einer Filtration bewirkenden Membranen aus Sekundärstoffen.

Die zentrale Aufgabe der Mittelschicht besteht neben der Drainierung und Abstützung der Deckschichten auch darin, der Filterplatte die in mechanischer Hinsicht erforderliche, mechanische Widerstandsfähigkeit zu geben. Hierzu kann es erforderlich sein, die Dicke verhältnismäßig groß zu bemessen.

Für die meisten Anwendungen hat es sich als vorteilhaft bewährt, wenn die Mittelschicht eine Dicke hat, die 2 bis 20 mal so groß ist wie die Dicke der Deckschicht.

Die äußere Form der Filterplatte kann in Anlehnung an bekannte Vorbilder beliebig gestaltet sein und zur Anwendung gelangen. Als vorteilhaft hat es sich bewährt, wenn das Laminat von einer zentralen Abflußöffnung durchdrungen und im Umfangsbereich mit einer Abdichtung versehen ist. Letztere kann aus einer im flüssigen Zustand aufgetragenen und nachträglich verfestigten Masse bestehen, beispielsweise einer Masse, die aus dem die Deckschichten bildenden Werkstoff besteht und noch vor deren gemeinsamer Versinterung auf den Randbereich der zusammenlamierten Grünfolien aufgetragen ist. Die Abdichtung bildet bei einer solchen Ausführung einen einstückigen Bestandteil der gebrauchsfertigen Filterplatte. Da sie homogen mit dem die Deckschichten bildenden Werkstoffblock ausgebildet und zumindest in der Porenstruktur der Mittelschicht fest verankert ist, ergibt sich eine gute Festlegung. Die mechanische, thermische und chemische Beständigkeit ist mit derjenigen der Deckschichten identisch. Für eine universelle Verwendbarkeit der Filterplatte ist das von großem Vorteil. Außerdem ergibt sich eine gewisse Vergrößerung der aktiv zur Verfügung stehenden Filterfläche.

Die Filterplatte kann ruhend oder relativ beweglich, beispielsweise rotierend, zu Anwendung gelangen. Die Abführung des Filtrats aus der Porenstruktur der Mittelschicht kann über deren Randbereich erfolgen. Es ist jedoch auch möglich, in dem Laminat eine zentrale Abflußöffnung anzubringen, welche es in seiner Gesamtheit durchdringt, und den Umfangsbereich mit einer Abdichtung zu versehen. Die Abführung des Filtrats erfolgt bei einer solchen Ausführung über die Abflußöffnung. Es können auch mehrere derartig ausgebildete Abflußöffnungen vorgesehen und musterartig über die Fläche verteilt sein.

Die Filterplatte kann einzeln oder ergänzt mit anderen Filterplatten gleicher oder abweichender Ausführung vereint zu Anwendung gelangen und beispielsweise mittels einer oder mehrerer Abflußöffnungen auf ein bzw. mehrere Rohre aufgefädelt sein, wobei die Porenstruktur der einer bzw. einer jeden Mittelschicht mit dem Innenraum eines Rohres in eine strömungsleitende Verbindung bringbar ist. In Abhängigkeit von der Länge des Rohres lassen sich auf diese Weise nahezu beliebig große Filterflächen auf kleinem Raum realisieren. Desweiteren besteht die Möglichkeit, die auf ein Rohr aufgefädelten Filterplatten mittels des Rohres in eine um dessen Achse rotierende Bewegung zu versetzen um die Entstehung festhaftender Anbackungen auf den Deckschichten während der bestimmungsgemäßen Verwendung zu verhindern. Über verhältnismäßig lange Zeiträume läßt sich hierdurch eine verhältnismäßig gleichmäßige Filterleistung realisieren. Zweckmäßig wird das Laminat für derartige Anwendungsfälle auf der Außenseite durch eine Umfangsfläche begrenzt, die die Achse der Abflußöffnung konzentrisch umschließt.

Das Laminat wird zweckmäßig beiderseits durch sich parallel zu einander erstreckende Deckschichten begrenzt. Da es in verformbarem Zustand aus der Kernschicht und den beiden Deckschichten erzeugt wird, besteht desweiteren die Möglichkeit, es in zumindest einem Tierreich mit einer durch einen Tiefziehprozeß erhältlichen Wellstruktur zu versehen und auf diese Weise die aktiv zur Verfügung stehende Filterfläche weiter zu vergrößern. Wenn die Wellstruktur spiralförmig ausgebildet ist ergibt sich bei rotierender Bewegung in einer zu filtrierenden Flüssigkeit zusätzlich eine Pumpwirkung in radialer Richtung. Die Gefahr der Anlagerung von die Porenstruktur blockierenden Partikeln und Schichten wird dadurch weiter vermindert.

Die erfindungsgemäße Filterplatte läßt sich in der Flüssigkeits- und Gasfiltration verwenden, im cross-flow und dead-end Betrieb sowie bei Filterprozessen, die sich der Ausnutzung chemischer und/oder biologischer Reaktionen bedienen, beispielsweise der Mikro-, Ultra-, Nano-, und Hyperfiltration, Pervaporation, Pertraktion und Dialyse. Die Filterplatte läßt sich in einfach und in besonders großer Maßhaltigkeit erzeugen und infolge ihrer großen mechanischen Widerstandsfähigkeit bei einer rotationssymmetrischen Ausbildung in eine besonders schnelle Drehbewegung versetzen. Die Gefahr der Entstehung von Anbackungen auf den Anströmseiten ist dadurch deutlich verringert. Die Druckfestigkeit ist nahezu unbegrenzt. Die Filtrationsprozesse können dadurch bei sehr großen Differenzdrücken durchgeführt werden, was der Filterplatte in Verbindung mit den übrigen Eigenschaften völlig neue Anwendungsgebiete erschließt.

Die Dicke einer jeden Filterplatte beträgt im allgemeinen nur ca. 0,8 bis 2 mm. Gelangen mehrere derartige Filterplatten in einem Plattenstapel gemeinsam zur Anwendung, dann kann der gegenseitige Abstand reduziert sein bis auf Werte von 0,5 bis 2 mm. Auf engstem Raum lassen sich so Filterflächen von erheblicher Größe unterbringen.

Der Gegenstand der Erfindung wird nachfolgend anhand

der Zeichnung weiter verdeutlicht. Es zeigen:

Fig. 1 eine Filterplatte in längsgeschnittener Darstellung

Fig. 2 die Filterplatte gemäß Fig. 1 in einer Ansicht von oben

Fig. 3 und 4 eine abweichend ausgebildete Filterplatte in längsgeschnittener Darstellung und in einer Ansicht von oben

Fig. 5 mehrere zu einem Plattenstapel vereinte Filterplatten nach den Fig. 1 und 2.

Die in den Fig. 1 und 2 gezeigte Filterplatte besteht aus fünf zu einem Laminat 1 vereinten Keramikschichten 3.1, 3.2, 2, 4; die zu einem homogenen Block versintert sind. Die Mittelschicht, die drei Schichten 3.2, 3.1, 3.2 umfaßt ist als Drainageschicht ausgebildet mit einer in Richtung der Mitte zunehmend größeren Porenstruktur, die beiden Deckschichten 2, 4 sind als Filterschichten 2, 4 ausgebildet. Sie haben eine extrem feine Porenstruktur. Die in der Mittelschicht vereinten Keramikschichten 3.2, 3.1, 3.2 unterscheiden sich von den die Deckschichten 2, 4 bildenden Keramikschichten des Laminats 1 außerdem durch eine größere Dicke. Der Porendurchmesser beträgt im Bereich der zentralen Schicht 3.1 etwa 15 µm, derjenige der daran in Richtung der Deckschichten angrenzenden Teilschichten etwa 0,08 bis 0,09 µm bei einem Porendurchmesser der Deckschichten von weniger als 0,1 nm. Die Deckschichten 2, 4 haben eine Dicke D3 von jeweils etwa 0,2 mm bei einer Dicke D1 der Teilschicht 3.1 von etwa 1 mm und einer Dicke D2 der Teilschichten 3.2 von etwa 0,6 mm. In senkrechter Richtung ist die Filterplatte symmetrisch geschichtet.

Die Filterplatte ist rotationssymmetrisch gestaltet und zentral von einer Abflußöffnung 5 senkrecht durchdrungen. Im Bereich der äußeren, zylindrisch ausgebildeten Umfangsfläche ist eine in flüssigem Zustand angebrachte Abdichtung 6 vorgesehen. Diese besteht aus dem die Deckschichten 2, 4 bildenden Werkstoff. Sie wird vor dem unter Anwendung von Druck und Wärme durchgeführten Sinterprozeß auf die miteinander vereinten Keramikschichten 2, 4 in flüssigem Zustand auf deren Randbereich aufgetragen, wobei sich eine Penetration in die äußere Porenstruktur ergibt. Sie verankert sich dadurch fest in der äußeren Porenstruktur der die Mittelschicht 3 bildenden Teilschichten 3.1 und 3.2. Die radiale Schichtstärke der Abdichtung 6 kann etwa mit der axialen Schichtstärke D3 der Deckschichten 2, 4 übereinstimmen. Nach dem Versinterungsprozeß bilden die Keramikschichten 2, 4 und die Abdichtung 6 einen einstückig ineinander übergehenden Keramikblock von großer mechanischer Beständigkeit und großer Formtreue. Eine Verwendung in einem schnell laufenden Rotationsfilter ist problemlos möglich.

Fig. 5 zeigt eine Anwendung, bei der mehrere Filterplatten der vorstehend beschriebenen Art unter Zwischenfügung von Dichtungen 9 aus PTFE auf ein Rohr 7 aufgefädelt und zwischen stirnseitigen Flanschen 10 miteinander und mit den Dichtungen verpreßt sind. Die Porenstruktur der Mittelschicht einer jeden Filterplatte und der Innenraum 7.2 des Rohres 7 sind durch radiale Bohrungen 7.1 des Rohres 7 strömungsleitend verbunden. In den Innenraum 7.2 des Rohres 7 gelangendes Filtrat kann dadurch nach außen abgeführt werden.

Der in Fig. 5 gezeigte Plattenstapel gelangt normalerweise in einem von dem zu filtrierenden Medium vollkommen überflutetem Zustand zur Anwendung. Er kann dabei mittels des Rohres 7 in eine Rotationsbewegung um seine Achse versetzt werden, um eine Entstehung von Anbackungen auf den Anströmflächen der Deckschichten 2, 4 zu verhindern.

Die in den Fig. 3 und 4 in längsgeschnittener und in der Draufsicht wiedergegebene Filterplatte unterscheidet sich

von der in den Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführung dadurch, daß das Laminat in einem Teilbereich mit einer durch einen Tiefziehprozeß erhältlichen Wellstruktur versehen ist. Die Deckschichten erstrecken sich dabei weiterhin parallel zu einander. Bedingt durch die Inkompressibilität des die Keramikschichten bildenden Werkstoffes, es handelt sich beispielsweise um Aluminiumoxid, erfährt die Porenstruktur hinsichtlich der Porenradien keine nennenswerte Veränderung.

Die Filterplatte kann ähnlich wie diejenige nach den Fig. 1 und 2 zur Anwendung gelangen und beispielsweise mit mehreren, ähnlich ausgebildeten Filterplatten in einem Plattenstapel vereint sein. Im vorliegenden Fall ist die Wellstruktur 8 spiralförmig ausgebildet. Wird eine solche Platte oder ein solcher Plattenstapel in eine Rotationsbewegung versetzt, dann resultiert eine radiale Pumpwirkung im Bereich der Deckschichten, die die Entstehung von festhaftenden Anbackungen besonders zuverlässig verhindert.

Abweichend von der dargestellten, spiralförmigen Ausbildung der Wellstruktur nach den Fig. 3 und 4 ist es selbstverständlich ebenfalls möglich, die Wellstruktur gegebenenfalls konzentrisch zu gestalten oder in radialer Richtung orientiert.

Patentansprüche

1. Filterplatte aus wenigstens drei zu einem Laminat (1) vereinten Keramikschichten (2, 3, 4), die zu einem homogenen Block versintert sind, wobei die zentral angeordnete Mittelschicht (3) als Drainageschicht und die außenliegenden Deckschichten (2, 4) als Filterschichten ausgebildet sind, wobei die die Mittelschicht (3) bildende Keramikschicht sich von den die Deckschichten (2, 4) bildenden Keramikschichten des Laminats (1) durch eine gröbere Porenstruktur unterscheidet, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelschicht (3) eine von den Deckschichten (2, 4) in Richtung der Mittelschicht (3) zunehmend gröbere Porenstruktur hat.
2. Filterplatte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Laminat (1) durch unabhängig voneinander erzeugte und vor der Versinterung zusammenlaminierte Grünfolien gebildet ist.
3. Filterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelschicht (3) mehrere Teilschichten (3.1, 3.2) enthält, die eine von der Mitte in Richtung der Deckschichten (2, 4) abgestuft feinere Porenstruktur haben.
4. Filterplatte nach 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelschicht (3) aus drei Teilschichten (3.1, 3.2) besteht.
5. Filterplatte nach 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelschicht (3) aus fünf Teilschichten besteht.
6. Filterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelschicht (3) zumindest im mittleren Bereich einen Porendurchmesser von wenigstens 0,06 µm und höchstens von 20 µm hat.
7. Filterplatte nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelschicht (3) zumindest im mittleren Bereich einen Porendurchmesser wenigstens 0,1 µm und höchstens 1,0 µm hat.
8. Filterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschichten (2, 4) zumindest im Bereich der Anströmfläche einen Porendurchmesser von maximal 0,1 nm haben.
9. Filterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Laminat (1) von einer zentralen Abflußöffnung (5) durchdrungen und im Umfangsbereich mit einer Abdichtung (6) versehen ist.
10. Filterplatte nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

daß die Abdichtung (6) aus einer in flüssigem Zustand aufgetragenen und nachträglich verfestigten Masse besteht.

11. Filterplatte nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse aus dem die Deckschichten (2, 4) bildenden Werkstoff besteht.

12. Filterplatte nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Laminat (1) mittels der Abflußöffnung (5) auf ein Rohr (7) aufgefädelt ist und daß die Porenstruktur der Mittelschicht (3) und der Innenraum des Rohrs (7) miteinander in eine strömungsleitende Verbindung bringbar sind.

13. Filterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Laminat beiderseits durch sich parallel zueinander erstreckende Deckschichten (2, 4) begrenzt ist.

14. Filterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Laminat (1) zumindest in einem Teilbereich mit einer durch einen Tiefziehprozeß erhältlichen Wellstruktur (8) versehen ist.

15. Filterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellstruktur (8) spiralförmig ausgebildet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig.1

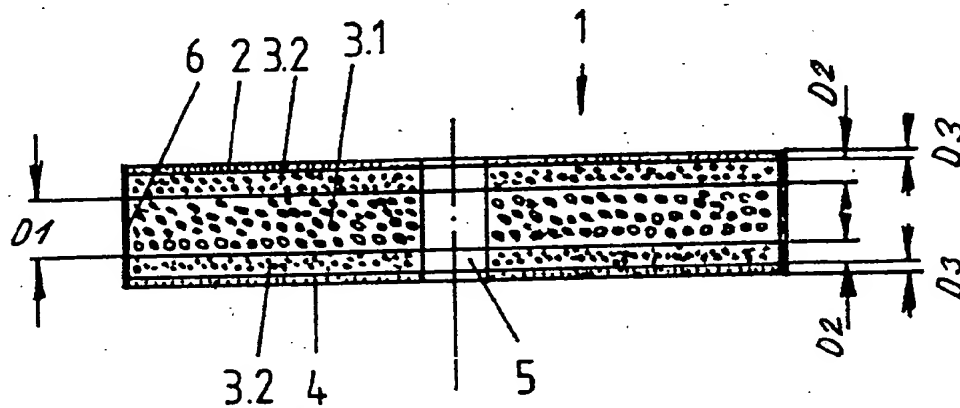


Fig.2

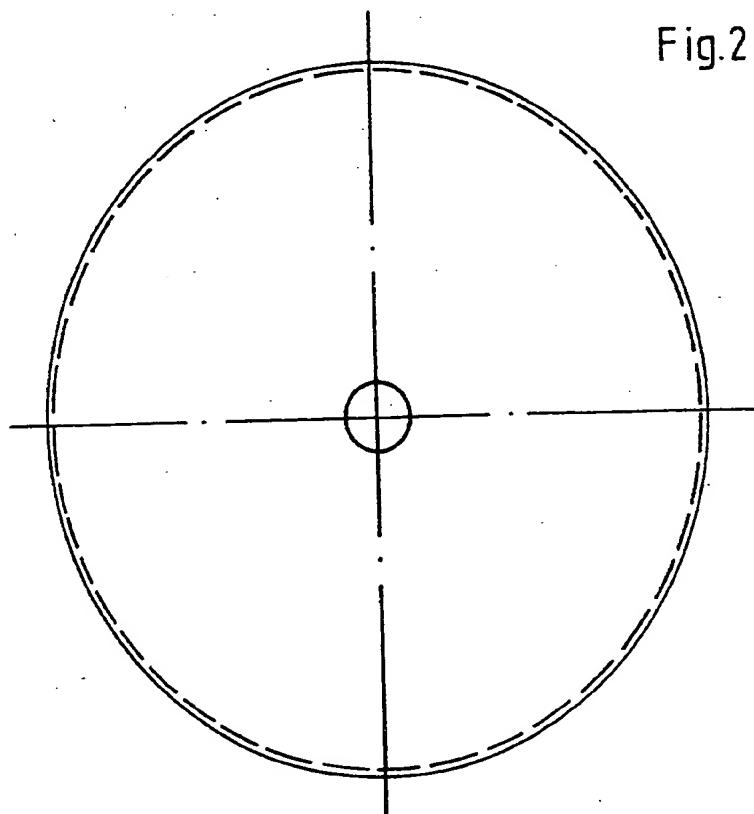


Fig. 3

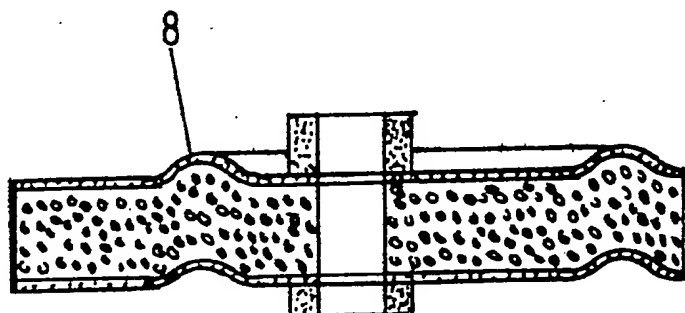


Fig. 4

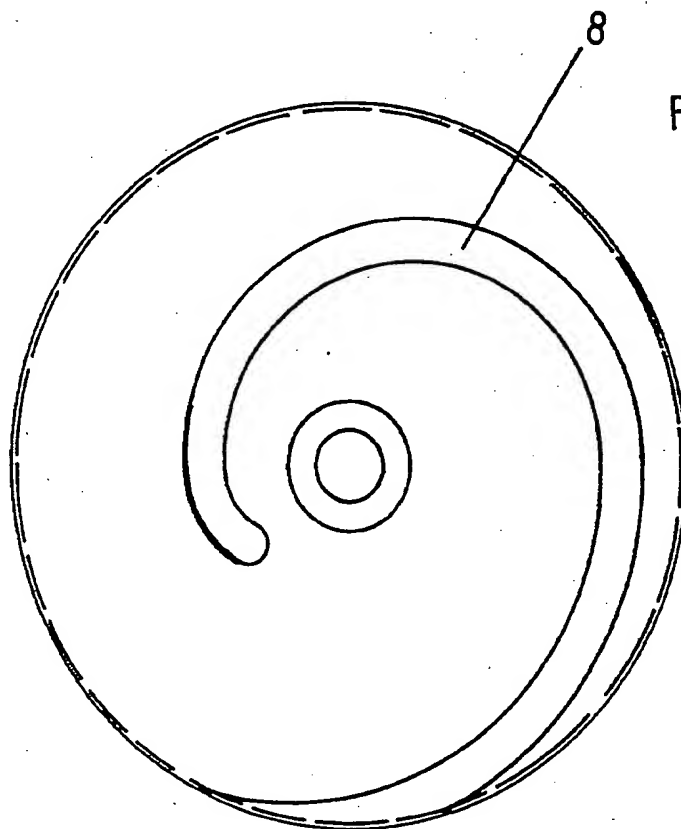


Fig. 5

